Changements de race chez l'agent pathogène de l'helminthosporiose du Nord

L'helminthosporiose du Nord, également appelée l'helminthosporiose du Nord du *maïs*, se produit dans les climats humides où s'effectue la culture du maïs. Elle s'est répandue au cours des dernières années en raison d'ouragans et d'autres phénomènes météorologiques qui transportent les organismes du sud au nord du Canada et des États-Unis. L'utilisation de gènes de races particulières à des fins de résistance est de plus en plus complexe en raison des mutations de l'organisme causal, l'*exserohilum turcicum.* De nombreuses races de ce champignon ont été repérées dans certaines régions, et ces races se transforment dans plusieurs régions où le premier gène de résistance est apparu. Les sélectionneurs de maïs de DuPont Pioneer incorporent aux hybrides plusieurs gènes de résistance afin d'assurer une protection plus stable à long terme.

Développement et symptômes de la maladie

L'organisme causant l'helminthosporiose du Nord du maïs hiverne dans les feuilles, les enveloppes et les autres parties du plant de maïs malade. Les spores sont produites à partir de ces résidus de culture au printemps et au début de l'été, lorsque les conditions ambiantes sont favorables. La pluie et les courants d'air répandent les spores sur les feuilles des nouveaux plants, où débute l'infection. L'infection se produit lorsque de l'eau libre est présente à la surface de la feuille pendant 6 à 18 heures, à une température de 18 à 27 °C.

Symptômes de l'helminthosporiose du Nord sur des feuilles de maïs.

La dissémination se poursuit d'un plant à l'autre et d'un champ à l'autre, tandis que les spores sont transportées sur de longues distances par le vent. Habituellement, l'infection touche d'abord les feuilles du bas, puis se propage vers le haut du plant. Toutefois, lors d'années où l'helminthosporiose du Nord était fortement présente (en raison d'une grande quantité de spores), les infections pouvaient toucher d'abord le couvert végétal des plants.

De fortes rosées, des précipitations légères et fréquentes, un haut taux d'humidité et des températures modérées favorisent la dissémination de l'helminthosporiose du Nord. Le développement de lésions causées par des maladies sur les feuilles de l'épi ou plus haut et une perte considérable de la superficie de feuilles vertes peuvent causer une perte de rendement.

Races de l'helminthosporiose du Nord

Plusieurs races de l'helminthosporiose du Nord ont été répertoriées en Amérique du Nord. Les races 0, 1 et 23N sont les plus répandues. Ferguson et Carson (2007) ont réalisé un sondage sur les races d'helminthosporiose du Nord qui a indiqué que le taux d'isolat de race 0 est passé de 83 % en 1974 à 50 % dans les années 1990. Durant cette même période, la fréquence d'isolats de race 1 a augmenté. Pendant plus de 20 ans, on constatait une faible présence des races 23 et 23N. Les auteurs associent le déclin de la race 0 à l'utilisation répandue du gène Ht1 par les producteurs de maïs sucré et de maïs hybride. Cela a permis un contrôle de la race 0, sans toutefois contrôler la race 1.

Les gènes de résistance sont nommés « Ht » d'après l'ancien nom du champignon causant l'helminthosporiose du Nord, *(H)elminthosporium (t)urcicum.* Les principales sources de gènes Ht résistants sont des gènes dominants qui offrent une résistance à plusieurs races importantes, comme l'indique le tableau 1.

Les sélectionneurs de DuPont Pioneer ciblent plusieurs races d'helminthosporiose du Nord

Deux ou plusieurs gènes Ht peuvent être nécessaires pour assurer la résistance à l'helminthosporiose du Nord lorsque les plants risquent d'être exposés à plusieurs races. Par exemple, une combinaison des gènes Ht1 et Ht2 assurerait une résistance aux races 0, 1 et 23N, les races d'helminthosporiose du Nord les plus répandues au Canada et aux États-Unis. Comme il existe plusieurs races d'helminthosporiose du Nord, les sélectionneurs de Pioneer incorporent d'autres gènes Ht à leurs programmes de développement d'hybrides (approche « multigénique »). Les figures 1 à 3 montrent les types de plants résistants aux lésions causées par l'helminthosporiose du Nord et ceux vulnérables à celle-ci.

Tableau 1. Principales sources de gènes de résistance Ht.

Pathogène	Réaction de l'hôte (Ht) pour chaque race			
Dénomination de la race Et	Gène Ht1	Gène Ht2	Gène Ht3	Gène HtN
0	R	R	R	R
1	V	R	R	R
2	R	V	R	R
12	V	V	R	R
23	R	V	V	R
23N	R	V	V	V
123N	V	V	V	V

Figure 1. Plant vulnérable, lésions hâtives. Le plant ne présente aucune résistance, mais les lésions n'ont pas eu le temps de se développer entièrement.

Figure 2. Plant vulnérable, lésions tardives. Au fil du temps, les lésions se sont agrandies pour former de vastes zones de tissu nécrotique. Des feuilles entières risquent de devenir nécrotiques.

Figure 3. Plant résistant à la race 0 (deux lésions supérieures). On remarque un périmètre chlorotique autour des lésions et un développement restreint de celles-ci. Plant vulnérable à la race 1 (lésion inférieure).

Évaluation de la réaction des hybrides à l'helminthosporiose du Nord

DuPont Pioneer évalue les hybrides de maïs dans plusieurs environnements afin d'observer leur réaction à une infection causée par l'helminthosporiose du Nord. Des parcelles inoculées et des emplacements exposés à une « infection naturelle » sont utilisés afin de déterminer les pressions causées par la maladie. Des études de base (petites parcelles) et des études avancées (parcelles IMPACT^{mc} plus grandes) sont utilisées dans le cadre de ce processus de caractérisation des hybrides. L'utilisation de nombreux emplacements éloignés, y compris des emplacements présentant un historique d'helminthosporiose du Nord extrêmement élevé, permet de s'assurer que certains environnements offriront une pression suffisante de l'helminthosporiose du Nord pour déstabiliser les meilleurs hybrides. De plus, elle permet d'exposer les hybrides au plus grand nombre de races possible d'helminthosporiose du Nord. Le moment critique d'évaluation des dommages causés par la maladie se situe au début du stade de reproduction.

Le système de notation de l'helminthosporiose du Nord sur une échelle de 1 à 9 créé par DuPont Pioneer est fondé sur la « perte de feuilles » causée par la maladie; une note de 9 indique qu'aucune perte n'a été constatée et une note de 1 indique une perte de 95 % des feuilles en présence de la maladie. Afin de déterminer la note générale d'un hybride, les hybrides testés sont comparés à des hybrides pour lesquels la réaction à l'helminthosporiose du Nord est connue. Ce système de notation par « mise en relation » permet de caractériser les nouveaux hybrides le plus précisément possible comparativement aux hybrides définis qui sont plus répandus sur le marché.

Gestion de l'helminthosporiose du Nord en production de maïs

Parmi les pratiques de gestion efficaces qui diminuent l'impact de l'helminthosporiose du Nord, on compte la sélection d'hybrides résistants, la réduction de la quantité de maïs résiduel, la plantation en temps opportun et l'application de fongicides foliaires.

Hybrides résistants

Lorsque la photosynthèse est limitée par une diminution de la surface des feuilles causée par la maladie, les hybrides de maïs utilisent les glucides emmagasinés dans la tige pour développer des épis. La qualité des tiges est alors réduite, ce qui cause souvent des pertes de récoltes. Les hybrides dont la note pour la maladie des feuilles est plus élevée ont tendance à assurer la santé des feuilles et de l'ensemble du plant pour une plus longue période lors du remplissage du grain. La préservation de la santé du plant aide les hybrides à atteindre un rendement plus élevé, une meilleure solidité des tiges et une plus grande capacité de récolte des grains.

C'est pourquoi la sélection d'hybrides résistants en fonction de leur note pour la réaction à la maladie est une mesure importante dans le contrôle de l'helminthosporiose du Nord. La note relative à l'helminthosporiose du Nord attribuée par DuPont représente le rendement attendu d'un hybride exposé aux principales races d'helminthosporiose dans la région visée. Puisqu'inévitablement des changements se produisent, les études continues des chercheurs de DuPont Pioneer peuvent occasionner une modification de la note de certains hybrides. En utilisant des hybrides à résistance multigénique, les sélectionneurs améliorent la stabilité des hybrides tandis que les races d'helminthosporiose du Nord se transforment au fil du temps.

Lorsque vous sélectionnez des hybrides, tenez compte de toutes les caractéristiques importantes pour un champ. En plus des hybrides fortement résistants à l'helminthosporiose du Nord, sélectionnez ceux qui présentent un rendement potentiel élevé, qui possèdent des caractéristiques adéquates de résistance aux insectes, dont la maturité est adaptée à la région (généralement de pleine saison) et pour lesquels un rendement continu a été démontré à l'aide de données s'étendant sur plusieurs emplacements et plusieurs années. Une forte levée, la solidité des tiges et la tolérance à la sécheresse sont d'autres caractéristiques agronomiques à prendre en compte afin d'optimiser le peuplement et le rendement en grains récoltables.

Réduction de la quantité de maïs résiduel

La réduction de la quantité de maïs résiduel diminue la quantité d'inoculants d'helminthosporiose pouvant infecter les cultures subséquentes. La rotation des cultures est un moyen efficace de réduire la quantité de résidus. De plus, toute forme de labour qui met le sol en contact avec les résidus de maïs encourage la décomposition et réduit la quantité de résidus survivants lors de la saison de culture suivante. Le ramassage des tiges et des feuilles de maïs pour la production d'éthanol cellulosique ou pour l'alimentation animale constitue une autre façon de réduire la quantité de résidus de maïs et d'inoculants de la maladie. Cependant, la réduction de la quantité de maïs résiduel ne protège pas les cultures contre les spores transportées par le vent.

Plantation en temps opportun

La plantation en temps opportun aide les hybrides à éviter les pires dommages causés par l'helminthosporiose du Nord si le rythme de croissance des cultures dépasse celui de la progression de la maladie. Le maïs planté plus tard dans une région risque d'être infecté à un moment où les plants sont plus petits, ce qui aiderait la maladie à progresser plus rapidement par rapport au plant. Toutefois, dans les cas de forte présence de la maladie, les plants hâtifs et tardifs peuvent tous deux être gravement endommagés.

Application de fongicides foliaires

De nombreux fongicides foliaires permettent de contrôler ou d'empêcher le développement de l'helminthosporiose du Nord. Ces fongicides sont régulièrement utilisés par les agriculteurs comme protection contre plusieurs maladies des feuilles, et l'helminthosporiose du Nord n'est pas toujours aussi bien contrôlée que d'autres maladies. Cela s'explique par le cycle de vie beaucoup plus rapide de l'helminthosporiose du Nord, qui peut durer aussi peu qu'une semaine si les conditions sont favorables. Comme l'helminthosporiose du Nord sporule très rapidement, il est plus difficile de déterminer le moment idéal pour appliquer un fongicide. En conséquence, la sélection d'hybrides résistants constitue une mesure importante pour le contrôle de l'helminthosporiose du Nord dans les endroits où la présence historique de la maladie est élevée.

La décision d'utiliser un fongicide doit être prise en fonction des facteurs de risque du champ quant à la maladie, notamment la vulnérabilité des hybrides, la séquence des cultures, le système de labour, l'emplacement, l'historique de maladie, le rendement potentiel, le prix du maïs et les conditions météorologiques prévues durant la période de reproduction. En fait, les conditions météorologiques prévues durant le remplissage des épis constituent un facteur important dans le développement de la maladie. Il est souvent celui qui a la plus grande influence sur la rentabilité de l'application d'un fongicide, avec la note de l'hybride relativement à la maladie.

La figure 4 résume 289 études effectuées, par DuPont Pioneer, à la ferme, où des pratiques précédentes (culturales et de labour) ont été rapportées. Les résultats montrent que l'intensité du labour est inversement proportionnelle à la réaction du rendement à l'application de fongicides dans des systèmes de production continue de maïs et dans des systèmes alternant entre le maïs et le soya. Ces résultats indiquent clairement que la rotation et le labour ont un impact positif sur la réduction des pressions causées par la maladie.

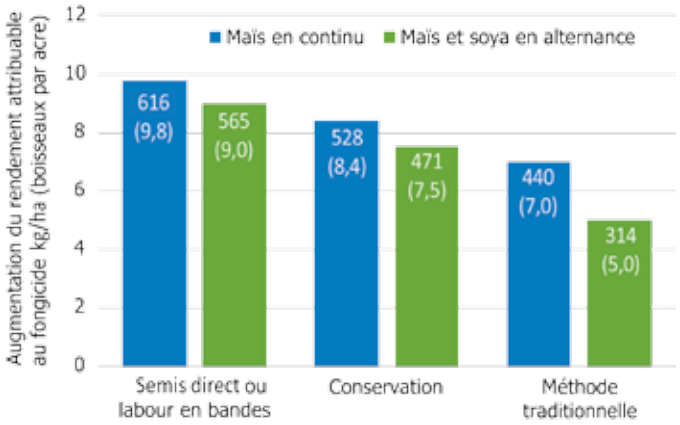

Figure 4. Réaction du rendement moyen à l'application de fongicides foliaires influencé par le labour et par des cultures antérieures lors d'études à la ferme (289 études de 2007 à 2011) (Jeschke, 2012).

D'autres études (résultats non présentés) montrent une relation similaire entre la note de l'hybride relativement à la maladie et la réaction du rendement à l'application de fongicides : plus l'hybride est résistant, moins il tire avantage de l'application de fongicides. Les hybrides ayant une note de 6 ou plus tiraient un avantage économique faible ou nul de l'application d'un fongicide à des niveaux d'infestation modérés.

La plupart des fongicides foliaires couramment utilisés pour la culture du maïs sont étiquetés pour le contrôle de l'helminthosporiose du Nord (consultez l'étiquette). Les étiquettes présentent des mises en garde importantes, le mode d'emploi, les garanties du produit et les limitations de responsabilité. Lisez toujours les instructions et mises en garde avant d'appliquer des fongicides.